

Distribución espacio-temporal de las actividades extractivas en los bosques del ejido Caoba, Quintana Roo

Antalia González Abraham*

Recibido: 24 de octubre de 2005

Birgit Schmoock*

Aceptado en versión final: 8 de septiembre de 2006

Sophie Calmé*

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo analizar la distribución espacio-temporal de las actividades extractivas del bosque en un ejido del sur de la península de Yucatán, con el fin de evaluar su impacto potencial sobre la conservación de los recursos naturales. Se eligieron como actividades extractivas la recolecta de leña, la extracción de chicle, la extracción de madera y la cacería. Además, se incluyó a la milpa debido a que su práctica está íntimamente relacionada con la dinámica del bosque y con otras de las actividades evaluadas. Se entrevistaron a 32 ejidatarios con un cuestionario estructurado para obtener información referente a las actividades extractivas en el ejido. Posteriormente, con ayuda de un GPS, se ubicaron espacialmente los sitios donde se desarrollan. Se calculó un índice de perturbación para cada actividad para elaborar un mapa de sensibilidad basado en la suma espacial de los índices de perturbación. La actividad con mayor índice de perturbación fue la milpa, debido a su desarrollo a lo largo de todo el año y frecuencia de visita de los campesinos a sus parcelas. Además, coincide espacialmente con la recolección de leña y en muchos casos con la cacería. Por el contrario la extracción de chicle fue la actividad con el menor índice de perturbación, puesto que se desarrolla una sola vez al año y durante la época menos crítica para la fauna en la región.

Palabras clave: Recursos naturales, chicle, cacería, leña, madera, milpa.

Spatio-temporal distribution of forest extractive activities in Caoba ejido, Quintana Roo

Abstract. The objective of this work was to analyze the spatiotemporal distribution of extractive activities in the forest of an *ejido* located in the southern area of the Yucatan Peninsula, with the purpose of evaluating its potential impact on the conservation of natural resources. The extractive activities selected were firewood collection, chicle extraction, wood extraction and hunting. In addition, we included the *milpa*, since this form of agriculture is closely related to forest dynamics and other evaluated activities. Thirty-two *ejidatarios* were interviewed using a structured questionnaire to obtain information regarding the ejido's extractive activities. Subsequently, sites where extractive activities take place were located using a GPS. A perturbation index was calculated for the elaboration of a sensitivity map based on the spatial summation of the

* El Colegio de la Frontera Sur, Av. Centenario, Km. 5.5 Carretera Chetumal-Quintana Roo, 77900, Chetumal, Quintana Roo. E-mail: sophie.calme@gmail.com

perturbation indexes. The activity with highest perturbation index was the *milpa*, due to its all year round development and the frequency with which the peasants visit their plots. Also, this activity coincides spatially with firewood collection and, in many cases, with hunting. On the other hand, *chicle* extraction was the activity with lowest perturbation index because this activity is only conducted once a year, during the least critical period for fauna in the region.

Key words: Natural resources, *chicle* gum, hunting, fuelwood, timber, *milpa*.

INTRODUCCIÓN

Las transformaciones ambientales causadas por los hombres, entre ellas la deforestación y la degradación de los bosques, son más severas que nunca (Achard *et al.*, 2002; Gutman *et al.*, 2004). Al analizar las demandas de los humanos en cuanto a recursos naturales y la capacidad regenerativa de la biosfera, Wackernagel *et al.* (2002) llegan a la conclusión que desde los años ochenta se excedió la capacidad regenerativa del planeta. De igual manera, Vitousek y colaboradores (1997) subrayan que la tierra está dominada y cada vez más alterada por la incidencia humana. Identificar todas las causas directas y subyacentes de las transformaciones ambientales y de la sobreexplotación de la tierra resulta extraordinariamente difícil. Muchos autores identifican el acelerado crecimiento demográfico y la distribución desequilibrada de la riqueza económica como las causas más significativas, siempre en combinación con otros factores como son las políticas gubernamentales, la infraestructura, la situación macro-económica y las instituciones (Meyer y Turner, 1992; Waggoner y Ausubel, 2002; Carr *et al.*, 2006).

Entre las causas de la degradación forestal en los trópicos se encuentran las actividades extractivas de productos maderables y no maderables (Peres y Lake, 2003). Vastas áreas de bosques tropicales albergan poblaciones rurales en situación de pobreza (UNEP, 2000, Silva *et al.*, 2005), que aprovechan productos forestales como una estrategia de diversificación económica (Porter Bolland *et al.*, 2006). Existe un cuerpo creciente de información que demuestra que estas actividades pueden perturbar los ecosistemas en los que ocurren.

La cacería de subsistencia, por ejemplo, ha sido identificada como causa de extinción de varias especies de mamíferos en los trópicos (Redford, 1992) y el impacto ecológico de la extracción de madera ha sido bien documentado para un amplio espectro de especies (e.g. Veríssimo *et al.*, 1995; Fimbel *et al.*, 2001). A pesar de la importancia de las áreas forestales tropicales involucradas, pocos estudios han documentado los efectos de la dinámica espacio-temporal de extracción de recursos naturales (Liu *et al.*, 1999a; 1999b; 2003), lo cual constituye, sin embargo, un primer paso hacia la aprensión de la biocomplejidad del sistema hombre-selva (Pickett *et al.*, 2005).

En este trabajo, se analiza la distribución espacio-temporal de las actividades extractivas del bosque y su relación con la conservación de los recursos en un ejido forestal del sur de México: *a*) definiendo espacialmente las áreas de extracción de los recursos, *b*) generando mapas de perturbación y de sensibilidad y *c*) discutiendo como la dinámica de las actividades extractivas del ejido podrían afectar la conservación de sus recursos naturales.

Historia forestal del estado de Quintana Roo

Históricamente, los recursos forestales han jugado un papel importante en el desarrollo socioeconómico y político de Quintana Roo. A principios del siglo xx en las selvas del estado vivían principalmente dos grupos sociales: los trabajadores forestales de la caoba y del chicle en el sur, y los mayas rebeldes de la guerra de castas en el centro y norte (Galletti, 1998; Argüelles *et al.*, 2004). El auge del período de extracción de chicle (1903-1945) atrajo

población de diversos estados de la República como Campeche, Veracruz y Yucatán, entre otras (Barrera, 1993). Asimismo, cerca de 6000 chicleros fueron traídos de Honduras Británica, ahora Belice.

Al mismo tiempo, grandes concesiones de selva fueron otorgadas a compañías privadas para la extracción de madera y chicle, la mayoría de ellas extranjeras (Bonfil, 1997). En el interior del estado la extracción de madera para comercializarla comenzó en los años treinta mediante cortas selectivas de caoba y cedro. La explotación maderera se intensificó en 1953 con la creación de la paraestatal Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO) bajo el régimen de concesión a 29 años (Bray, 2004).

A partir de 1930, mediante reformas a las leyes de reparto agrario, se creó el sistema de tierras comunales (ejidos), otorgando así los derechos sobre la tierra a los campesinos. Por otro lado, se estableció legalmente el aprovechamiento forestal (extracción de chicle) a cargo de los ejidos (Merino, 2004). Para establecer los ejidos en Quintana Roo se aplicaron dos criterios: *a*) se reconoció la posesión de la tierra a los campamentos chicleros y poblados mayas y *b*) se otorgó la tierra con criterios forestales (420 ha *per ejidatario*); la idea detrás de esto era que los grupos sociales asentados en el territorio de Quintana Roo pudieran vivir de la explotación del chicle (Argüelles *et al.*, 2004).

Los ejidos creados en Quintana Roo durante 1930 y 1940, fueron planeados específicamente para actividades económicas basadas en los recursos forestales (Ellis y Beck, 2004). El ejido fue obligado por ley a conservar las selvas y manejarlas racionalmente de manera communal. Así, aunque por un lado el Estado subsidiaba el clareo de la tierra y la destrucción de bosques, la misma existencia de los ejidos permitió la conservación de importantes áreas de selva (Galletti, 1998).

Entre 1960 y 1970 el territorio sufrió una intensa deforestación, producto de los programas gubernamentales de impulso a la ganadería

y a la agricultura extensiva. En esos años se crearon nuevos ejidos con vocación claramente agrícola, dotando a cada ejido con superficies más pequeñas, tanto en términos absolutos como en términos relativos (50-80 ha/ejidatario) y sin obligación de conservación o de un uso racional (Galletti, 1998). En 1975, la empresa MIQRO recibió la concesión de aproximadamente 500 000 ha de selva. Los ejidos que estaban establecidos antes del decreto de la concesión se consideraron como unidades de planificación forestal, lo que fue fundamental para que se estableciera un ciclo de corta, que fue fijado en 25 años. Esta decisión técnica-económica sentó las bases de la ordenación forestal preservada hasta la fecha (Argüelles *et al.*, 2004).

El ejido Caoba: una historia entre el uso y la conservación

El ejido Caoba se formó durante el período cardenista de dotación de tierras comunales (Vidal, 2002). Fue fundado por gente proveniente de Yucatán, Campeche y Veracruz. Como el resto del estado, las tierras que posteriormente serían dotadas al ejido habían tenido una explotación forestal y chiclera desde 1900. En 1942 fue dotado con 56 381 ha. De 1954 a 1983 la empresa MIQRO tenía la autorización de explotar los bosques (concesión de tierras) al sur de Quintana Roo, lo que significaba que sólo tenía dos obligaciones: pagar el derecho de monte a los ejidos o al gobierno (por explotar terrenos nacionales) y ejecutar el plan de ordenación forestal que le había sido autorizado por el gobierno (Argüelles *et al.*, 2004). Los elementos de este plan constituyen de hecho el primer esfuerzo serio de manejo forestal en Meso América. El plan se basaba en un inventario del 1% de la superficie forestal, y si bien éste tenía ciertas limitaciones en cuanto a su implementación, por ejemplo, debido a la forma inadecuada de las parcelas de medición (Forster, 1994), su utilidad práctica en ese momento fue indiscutible. Otros elementos de manejo fueron en uso de diámetros mínimos de

corta, el ciclo de corta de 25 años y los primeros esfuerzos de plantaciones de enriquecimiento. Simultáneamente, se dio en el ejido un proceso de colonización con inmigrantes veracruzanos que tenían tradición ganadera, lo cual desencadenó un importante proceso de cambio de uso del suelo a través de desmontes para ganadería y en menor escala para agricultura. El ejido limitó la colonización a la parte de la superficie ejidal situada fuera de los límites de la concesión, mientras la zona concesionada fue destinada como área forestal. En 1970, el ejido obtiene una ampliación de 12 172 ha de las cuales convierte cerca de 5 000 en pastizales con el Programa Nacional de Ganaderización y la Comisión Nacional de Desmontes. La ganadería se convierte en una actividad importante y junto con la agricultura llegaron a ocupar el 50% de la superficie del ejido (Vidal, 2002).

En 1983, al término de la concesión de MIQRO, se puso en marcha el Plan Piloto Forestal (PPF), un esfuerzo conjunto entre el Gobierno del Estado de Quintana Roo, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ) y seis ejidos forestales, que tenía la finalidad de racionalizar el aprovechamiento de los recursos forestales a través de la participación directa de los campesinos. La premisa del Plan era que la selva se conservaría sólo en la medida que representara una alternativa económica rentable para sus propietarios (Vidal, 2002). La estrategia inicial de manejo forestal del PPF se enfocó en las dos especies maderables con valor comercial en la época, la caoba y el cedro (Bray, 2004), tomando estas especies como especies guías y utilizando las otras de acuerdo con las áreas necesarias para obtener las especies preciosas.

Área en estudio

El ejido Caoba se localiza en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, al sur de la península de Yucatán (Figura 1), a una elevación promedio de 150 m. El clima predominante es

Aw2(i), caliente sub-húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es superior a los 26° C, la precipitación anual es de 1 200 mm. La zona carece de ríos permanentes, pero en el ejido existen varios cuerpos de agua permanentes, entre los cuales destacan Laguna Om, Laguna del Sibal, Laguna Reforma y Laguna San José (Vidal, 2002).

El Registro Nacional Agrario, a través de la remediación efectuada por el programa PROCEDE (1997), indica que el área total del ejido es de 68 553 ha. De éstas, 32 500 corresponden a la reserva forestal permanente y al área de conservación de fauna silvestre (*Ibid*); en ellas se realizan las actividades de extracción de madera y de chicle. Otras 34 785 ha están designadas para uso agropecuario y otras 223 corresponden a cuerpos de agua.

En el ejido existen dos centros de población, Caoba y San José de la Montaña, con 1 364 habitantes en total (INEGI, 2001; Figura 1). En ambos centros, las lenguas dominantes son español y maya yucateca. Las actividades económicas principales en el ejido son las relacionadas con el aprovechamiento forestal, la agricultura, la ganadería y la apicultura. Actualmente la ganadería ha disminuido (sólo 24 ejidatarios tienen ganado) y ha pasado de ser una actividad communal a una actividad particular (Vidal, 2002). Además, se llevan a cabo otras actividades de menor importancia económica como la cacería, la extracción de chicle y la recolecta de leña.

Actividades estudiadas

Haciendo un recuento de las actividades extractivas más importantes dentro del ejido, se identificaron y analizaron aquéllas que de manera directa o indirecta repercuten en la conservación de los recursos naturales del ejido: cacería, recolección de leña, extracción de madera y extracción de chicle. Adicionalmente se incluyó información referente a la milpa, puesto que es una actividad tradicional y complementaria que se encuentra relacionada con la cacería y la recolecta de leña, entre otras

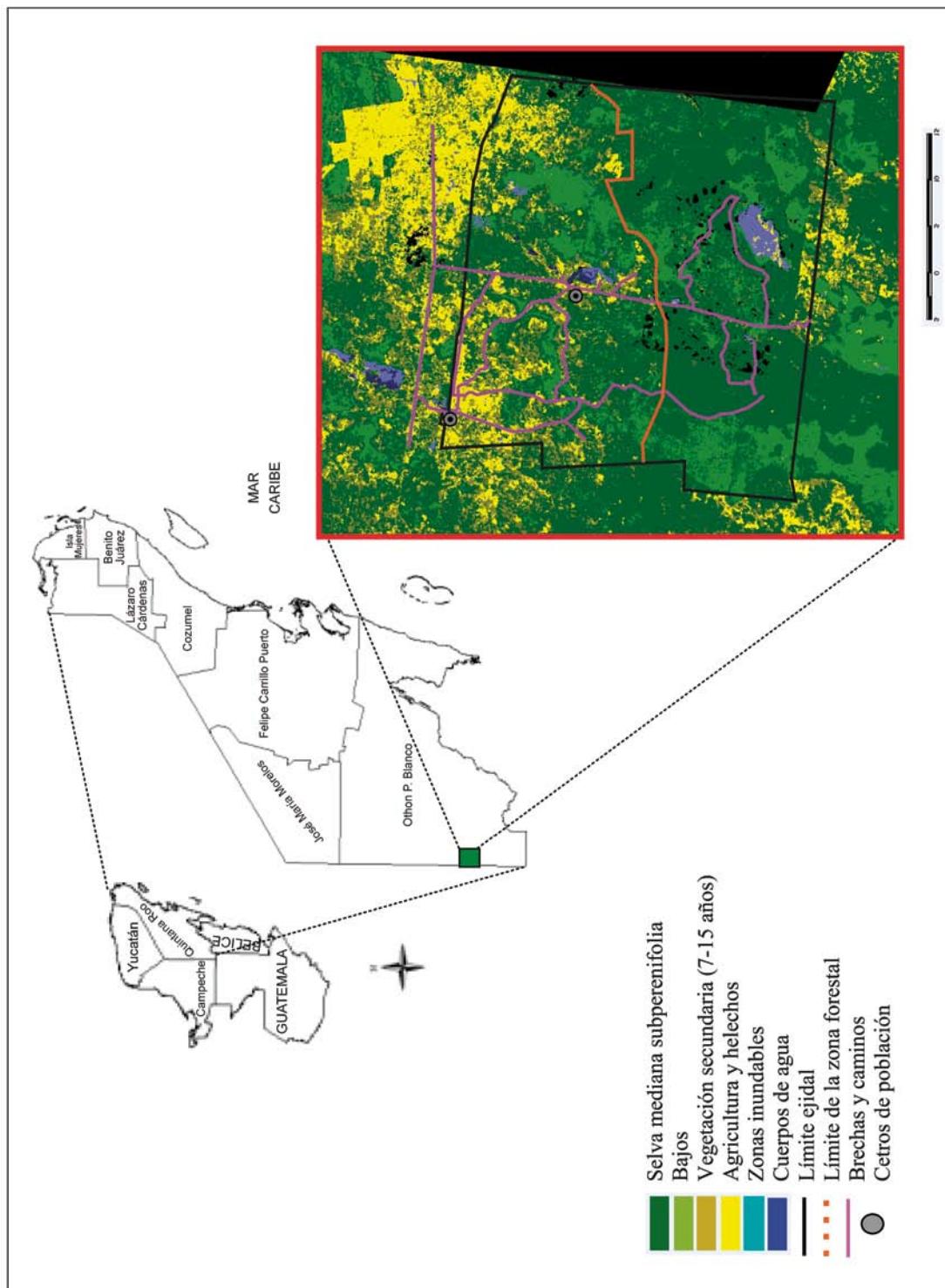


Figura 1. Ubicación del ejido Caoba al suroeste de Quintana Roo, tipos de vegetación y usos del suelo.

(Terán y Rasmussen, 1994). A continuación se presenta una breve descripción de estas cinco actividades.

Extracción de chicle. El látex del chicozapote (árbol del chicle, *Manilkara zapota*) se extrae de agosto a enero, una vez iniciada la época de lluvias y hasta que termine. Al principio de la temporada, grupos de 10 a 20 chicleros realizan el monteo, que consiste en localizar las mayores densidades de árboles de chicozapote y con la mejor calidad. Una vez localizado el lugar, se levanta un campamento cerca de un cuerpo de agua, además de estar situado en un lugar estratégico cerca del área de extracción de pequeños cobertizos de palma, cada uno con diferentes funciones como cocina o dormitorio. Los chicleros, una vez a la semana, arriban al lugar en bicicleta, camioneta o camiones.

Cacería. Existen dos tipos de cacería en el ejido: comercial y de autoconsumo. La primera es organizada, mientras que la otra es generalmente oportunista. En la caza organizada, el objetivo de la caza es predeterminado y concierne mayormente presas grandes (>20 kg), como venados y pecaríes, que luego son vendidas enteras o por parte. La mayoría de estos cazadores ingresan a la reserva forestal, donde está prohibida esta actividad y generalmente llevan perros. Esta caza se realiza principalmente de manera colectiva, algunas veces en batida con perros o por emboscada. En la cacería oportunista, el cazador lleva consigo su arma cuando va a trabajar y tira a los animales que se cruzan en su camino o que sorprende comiendo en la milpa. De este modo, caza todo el tiempo pero como una actividad secundaria y la carne conseguida es para autoconsumo. Las dos estrategias también se distinguen espacialmente: el cazador oportunista caza en áreas cercanas a su milpa, mientras que el cazador organizado se mueve de 10 a 15 km para acceder el área de cacería.

Recolección de leña. Esta actividad se lleva a cabo dentro del derecho ejidal de 100 ha de cada ejidatario. Estas parcelas son continuas y

generalmente cerca del pueblo. La mayor parte de los habitantes todavía utiliza leña para cocinar (70%, INEGI, 2001) por lo que la demanda es alta. La leña la obtienen generalmente cuando clarean un área que destinarán a la quema, pero también de áreas de vegetación secundaria adyacentes a las milpas.

Aprovechamiento de la madera. La madera se extrae cuando los caminos de acceso se encuentran transitables, es decir, generalmente entre enero y julio. Esta actividad se realiza en la reserva forestal del ejido y cuenta con un plan de manejo forestal desde 1983 (Vidal, 2002). Participan en la extracción seis grupos de cerca de 30 personas cada uno; los miembros se escogen al azar en la asamblea de la comunidad, pero deben poseer derechos ejidales. Esta forma de organización se creó con la finalidad de dar oportunidad a todos los ejidatarios a participar de manera organizada en la extracción forestal. Por rifa se decide qué grupo entra primero al área de corta. Para llegar al lugar viajan en camionetas por una red de caminos. Para la corta de madera utilizan motosierra, además de una grúa y tractores para el manejo de los troncos. La maquinaria pertenece al ejido y cada grupo la renta a éste para poder trabajar. El sueldo base varía de 100 a 120 pesos diarios por persona (USD 9.25-11.10 al valor del cambio promedio para 2005), dependiendo de su experiencia y capacidad de manejar ciertas máquinas: "Aquí gana más el que más trabaja, que es el que más sabe". El remanente se divide en partes iguales entre todos los integrantes del grupo y dependerá de la eficiencia de éste. Con respecto al procesamiento de la madera, existen dos carpinterías que pertenecen a dos de los grupos, que son los únicos que se benefician de las ganancias por esta actividad de transformación.

Milpa. Consiste en el cultivo de maíz, el cual es acompañado principalmente de frijol y calabaza (Turner *et al.*, 2004), además de camote, yuca y grosella, entre otros. El cultivo de la milpa es principalmente de autoconsumo, mientras que el chile jalapeño, que muchos

campesinos siembran adicionalmente a la milpa, tiene demanda en el mercado nacional (Keys, 2004). Se utilizan dos técnicas para la agricultura: la forma tradicional de tumba y quema y el mecanizado, sin irrigación en ambos casos. La mayoría de los campesinos utiliza bicicleta o caballo para llegar a sus parcelas y sólo algunos se transportan en camionetas.

MÉTODOS

Elección de informantes

La información correspondiente a las actividades que se realizan dentro del ejido se obtuvo mediante entrevistas estructuradas. La elección de los informantes se sujetó a los siguientes criterios: *a)* que fueran ejidatarios, *b)* que actualmente vivieran en el ejido y *c)* que realizaran al menos una de las actividades extractivas a evaluar. De la lista de 311 ejidatarios provista por el comisario del ejido, 43 han dejado la comunidad para ir a trabajar a los Estados Unidos de América o a las zonas turísticas del estado; 13 ejidatarios no viven directamente de los recursos naturales y ofician como carpinteros, albañiles y chóferes, entre otros; nueve ya fallecieron y no han sido reemplazados. De los restantes 246 ejidatarios, se seleccionaron 32 que respondieran al tercer criterio de selección. La elección de los informantes no fue aleatoria, debido a que en un muestreo preliminar aleatorio se encontraron pocas personas que respondían a los criterios; por lo tanto se usó un informante clave de la comunidad para identificar a los participantes.

Entrevistas

Con la finalidad de obtener información sobre la ubicación espacio-temporal de las actividades y el perfil de las personas que las realizan, la entrevista estructurada incluyó información sobre: edad, lugar de origen, actividades que realiza, además de la ubicación geográfica donde se llevan a cabo estas actividades,

tiempo de permanencia en el lugar (duración), periodicidad (frecuencia), estacionalidad y presencia de campamentos, en el caso del chicle y de la extracción maderera. Adicionalmente, se entrevistaron personas clave relacionadas con la historia y la problemática actual del uso de recursos en el estado y dentro del ejido.¹

Índice de perturbación

Para analizar la perturbación generada por las actividades estudiadas, se diseñó un índice para cada actividad, basado en su frecuencia, duración y estacionalidad. El supuesto utilizado fue que a mayor frecuencia y duración, mayor perturbación para la vida silvestre. Además, se considera que esta perturbación traerá mayor impacto si sucede en períodos críticos para los animales, como la reproducción o el cortejo. Los datos de duración y frecuencia fueron transformados logarítmicamente para reducir el intervalo entre máximos y mínimos.

Mapas

Las entrevistas estuvieron acompañadas por visitas a los sitios donde se llevan a cabo las actividades estudiadas. Se utilizó un GPS marca Garmin para obtener la ubicación geográfica y posteriormente integrarla a un sistema de información geográfica (ARCVIEW versión 3.2) y generar un mapa. En el caso de la extracción maderera, la localización de los sitios se obtuvo del plan de manejo forestal correspondiente a 2004. Para la cacería, extracción de chicle y recolecta de leña se generó un buffer, para cada uno basado en las distancias que recorren los informantes desde un punto específico, como puede ser el campamento chiclero, cuando se realizan estas tareas. Para sobreponer todas las capas así generadas y asignar los valores de perturbación a cada buffer, se utilizó el programa IDRISI versión 3.2. El mapa de sensibilidad que resultó de este procedimiento se añadió a una imagen clasificada Landsat TM del 1997 (Figura 1; Roy Chowdhury y Schneider, 2004).

La adición de los valores de perturbación generó un mapa mostrando las áreas de menor a mayor perturbación.

RESULTADOS

Actividades productivas y perfil de los ejidatarios

De acuerdo con las entrevistas, la actividad más común es la recolecta de leña, siendo la milpa la segunda y el ganado y la extracción de madera las menos comunes entre los informantes (Tabla 1). El análisis de la distribución de las actividades por clase de edad permitió identificar tendencias dentro de los ejidatarios de la comunidad. Por ejemplo, pese a que lo más común para todos los informantes, sin importar la edad, fue recolectar leña, fue notable que para los adultos jóvenes (entre 20 y 30 años) la milpa no se encuentra dentro de las principales tres actividades que realizan. Sin embargo, el grupo de los jóvenes fue el único donde la extracción de madera es una de las principales tres actividades. Por otro lado, la ganadería la realizan adultos mayores (de 41 a 50 años; Tabla 1) como una de sus principales ocupaciones.

Índices de perturbación

Para los índices de perturbación se tomaron en cuenta la frecuencia y duración de cada una de las actividades y se encontró una relación negativa entre las dos variables. Por ejemplo, la milpa resultó ser una actividad muy frecuente y de duración corta; inversamente, la extracción de chicle y de madera, que tienen una duración muy larga, son poco frecuentes (Tabla 2).

Para todas las actividades y para cada variable (frecuencia mediana, rango de la frecuencia y duración) se construyó una escala que varía del 1 al 5 (Tabla 3). Es importante resaltar que la escala, en donde el 5 expresaba el impacto más fuerte, fue subjetiva. Para la estacionalidad, se dio más peso a la perturbación que ocurre durante la época de secas, debido a que es cuando muchas especies de fauna vertebrada se reproducen en la zona. El índice global de perturbación para cada actividad es la suma de los índices, correspondiendo a las tres variables medidas; así, a mayor valor, mayor perturbación.

La milpa resultó ser la actividad con el mayor índice de perturbación con un valor de 11, seguida por la cacería, la extracción de leña y la extracción de madera con un valor de 9, siendo

Tabla 1. Actividades extractivas forestales y agropecuarias reportadas por los 32 informantes en el ejido Caoba y repartición por actividad y por rango de edad

Actividad	Informante (%)	Informante por rango de edad (%)				
		20-30 n=5	31-40 n=7	41-50 n=7	51-60 n=6	>60 n=7
Leña	72.7	21	16	25	17	21
Milpa	54.5	16	21	32	21	10
Chicle	48.4	27	20	7	13	33
Cacería	36.3	18	27	27	18	9
Ganado	24.2	0	22	44	22	11
Madera	24.2	33	22	11	22	11

Fuente: González-Abraham *et al.*

Tabla 2. Frecuencia (mediana y rango), duración (promedio) y estacionalidad de las actividades extractivas evaluadas en el ejido Caoba

Actividad	Frecuencia mediana	Frecuencia (rango)	Duración (día)	Estacionalidad
Milpa	diario	diario-semanal	0.87	todo el año
Leña	cada 3 meses	diario-cada 6 meses	0.69	todo el año
Cacería	cada 3 meses	diario-cada 6 meses	2.30	todo el año
Madera	anual		5.20	enero-julio
Chicle	anual		4.70	agosto-enero

Fuente: González-Abraham *et al.*

la extracción de chicle la actividad de menor impacto, con un valor de 7 (Tabla 3).

Mapas de perturbación y sensibilidad

Cuando realizan las actividades forestales y agropecuarias estudiadas, los informantes se desplazan desde 500 m para la recolecta de leña hasta 6 000 m para la extracción de chicle y cacería (Figura 2A, B, C). El punto de partida para las actividades de milpa y recolecta de leña fue el centro de la parcela, tomando en cuenta el lugar en donde realiza sus actividades el campesino; para la extracción de chicle se tomó como punto de partida el campamento

chiclero; para la cacería, el lugar en donde dejan su bicicleta o en donde se reúnen para iniciar la cacería.

La actividad de recolecta de leña se realiza alrededor de la milpa, por lo cual el buffer alrededor de estas milpas abarcó 500 m (Figura 2A). Sin embargo, se calculó que para las milpas donde no se recolecta leña (31.6% de ellas), el área perturbada también alcanzaba 500 m de radio, debido a que muchos campesinos empiezan a preparar la siguiente parcela contigua a la que tienen sembrada. En el caso de la cacería, la forma del área de cacería no debería necesariamente ser circular; sin embargo, por practicarse la actividad en gran parte

Tabla 3. Índices de perturbación correspondientes a la frecuencia, duración y estacionalidad de las actividades productivas evaluadas en el ejido Caoba

Frecuencia	Índice frecuencia	Duración (d)	Índice duración	Estacionalidad	Índice estacionalidad
Diaria	5	>150	5	todo el año	5
Semanal	4	90	4	~ secas	3
Cada 3 meses	3	30	3	~ lluvias	1
Cada 6 meses	2	7	2		
Anual	1	1	1		

Fuente: González-Abraham *et al.*

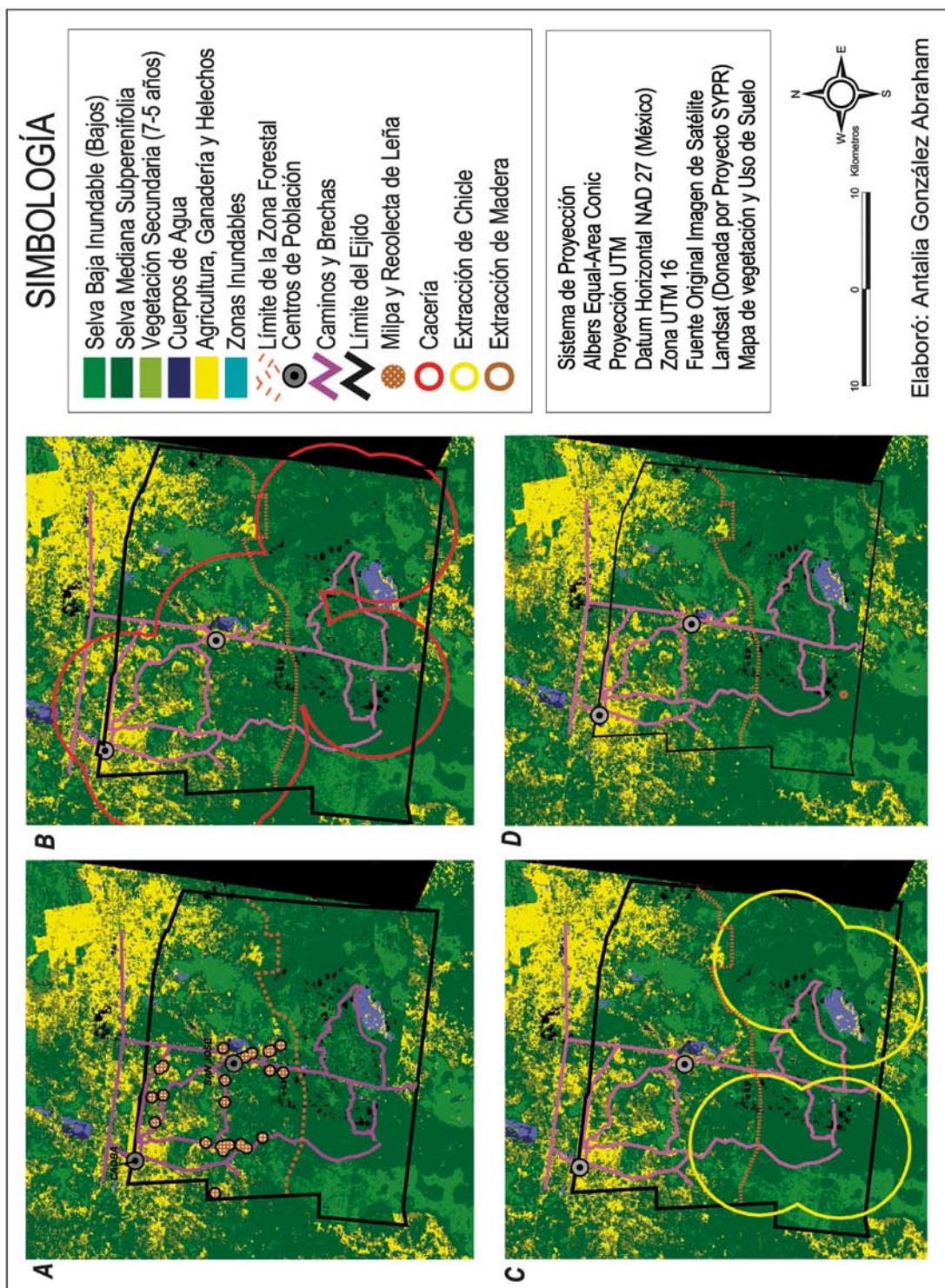


Figura 2A, B, C y D. Patrón de distribución espacial de las actividades realizadas en el ejido Caoba.

en la zona forestal donde está prohibida, fue difícil obtener información confiable de parte de los cazadores (Figura 2C). Para la extracción de madera, el área perturbada correspondió al área bajo explotación en el año de estudio, es decir, 2004 (Figura 2D).

DISCUSIÓN

A pesar de su extensión territorial, de la distribución de los poblados al norte del ejido y del bajo número de población, toda la superficie del ejido Caoba está bajo la influencia de alguna actividad extractiva practicada por sus ejidatarios. Estas actividades tienen diferentes grados de impacto sobre los recursos naturales, tanto por el área que afectan (Figura 2), como por el grado de perturbación que provocan (Figura 3). A continuación se discute su importancia en el ejido y cómo pueden impactar los recursos naturales.

Milpa y recolecta de leña. Ambas actividades están interrelacionadas y se realizan en la misma área. Están ligadas directamente a las actividades extractivas en la selva, puesto que cuando la gente va a su parcela para trabajar, paralelamente recolecta leña o caza. Si bien la milpa ya no es rentable (Paré, 1977; Schüren, 2003; Porter Bolland *et al.*, 2006), representa una entrada importante, sobre todo de alimentos, en la mayoría de las comunidades rurales de la región (Terán y Rasmussen, 1994). A pesar de no ser económicamente viable, la milpa subsiste por la falta de alternativas, pero también por el programa de subsidio PROCAMPO que opera desde 1994 (Cortez, 1999). Este subsidio se otorga según la superficie sembrada, lo que provoca que muchos campesinos lleven a cabo la quema de parcelas, que de otra forma dejarían descansar, sólo con el objeto de recibir el dinero (Cortez, 1999; Klepeis y Vance, 2003). Por otro lado, el mejor acceso a la educación entre los habitantes provoca que cada vez menos gente se dedique a la milpa, como explica uno de los habitantes: "No les gusta el campo ahora ... porque están estudiando".

En el área en estudio, la roza-tumba-quema es la manera más rápida y eficiente de reincorporar los nutrientes acumulados en la vegetación al suelo y así aprovecharlos para los cultivos; además, es la forma más barata de eliminar las hierbas y malezas que invaden los cultivos y permite sanear el suelo de plagas y enfermedades (Terán y Rasmussen, 1994). Por estas razones la milpa de roza-tumba-quema idealmente requiere de un período de barbecho de 15 a 25 años, después de dos años de cultivo. Sin embargo, en algunos ejidos en el sur de la península de Yucatán los períodos de barbecho se han reducido, de tal manera que algunos campesinos dejan descansar la tierra sólo dos años. Al no permitir la regeneración completa de la selva, la composición de especies vegetales podría cambiar a largo plazo, además de que los barbechos recientes no retienen especies de fauna asociadas al bosque maduro (Raman, 2001).

En el ejido Caoba, la distribución de la milpa se ve localizada al área en que el ejido designó una superficie de 34 785 ha para uso agrícola exclusivamente (Figura 2A); sin embargo, la milpa fue la actividad con mayor índice de perturbación (11) lo que significa que a pesar de estar localizado el impacto, es fuerte; además, no sólo abarca la tumba-quema sino que también incluye la cacería y la recolección de leña dentro de la parcela.

Como se mencionó anteriormente, la recolecta de leña es una actividad ligada a la milpa (Figura 2A), siendo muy frecuente en las comunidades rurales donde la leña representa la principal fuente de energía (Heltberg, 2000). En el ejido Caoba, 241 unidades familiares utilizan leña y sólo 35 cocinan con estufa de gas (INEGI, 2001). Al igual que la milpa, la recolecta de leña dentro del ejido es una actividad de autoconsumo.

A pesar de que la extracción de leña por si sola no es una causa de deforestación, puede ser un factor importante de modificación de los ecosistemas (Masera *et al.*, 1998; González-Espinoza *et al.*, 1997). Se ha

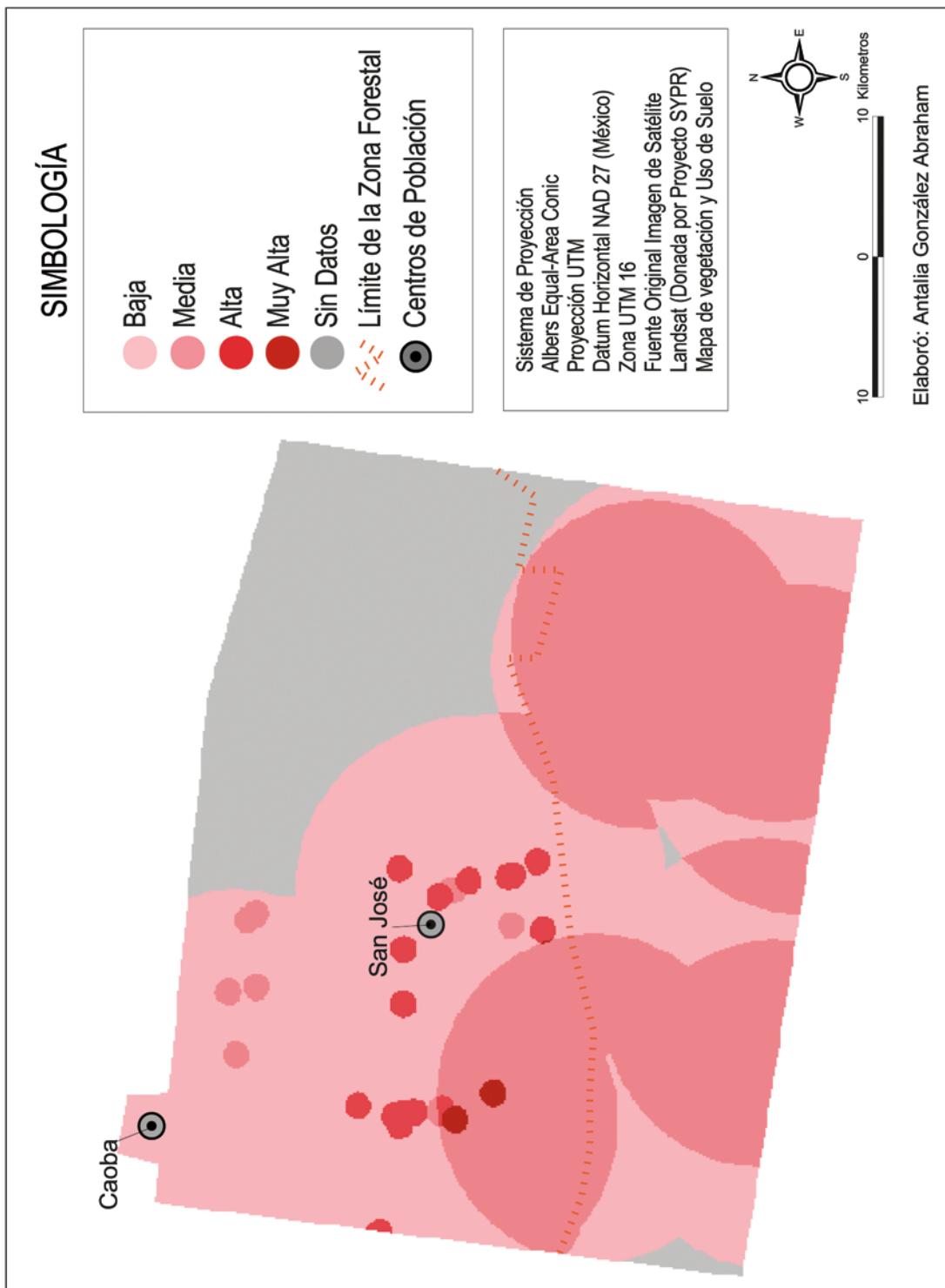


Figura 3. Mapa de sensibilidad que muestra las áreas con mayor perturbación dentro del ejido Caoba.

encontrado en otras partes de los trópicos que la remoción de la biomasa para leña está ligada a la perdida de hábitat de diversas especies de aves y mamíferos (Liu *et al.*, 1999a) y puede provocar la disminución de las poblaciones de los árboles más utilizados para este fin (Kirubi *et al.*, 2000). Sin embargo, hasta la fecha no existen estudios que demuestren el impacto de la recolecta de leña sobre la conservación de los bosques en la península de Yucatán.

En el ejido Caoba, independientemente de los posibles efectos que la extracción de leña pueda tener, la limitación espacial de la actividad alrededor de las milpas ayuda a la conservación de las selvas del ejido.

Chicle. A pesar de haber sido uno de los motivos para establecer el ejido, con lo que sería de esperarse que se mantuviera una tradición bien establecida, la extracción de chicle es una actividad marginal en la actualidad y subsiste sólo porque es una fuente de ingresos adicionales en cierta época del año: "ya le buscamos la forma de sobrevivir". El declive de la actividad chiclera se debió al desplazamiento de este producto por su sustituto sintético en los años cincuenta. La demanda de chicle natural bajó considerablemente (de 5 000 toneladas por temporada en la década de los cincuenta a 200 toneladas en los noventa) cuando el chicle natural se volvió cerca de ocho veces más caro que el chicle sintético (Martín del Campo 1999).

Sin embargo, el motivo del declive de la actividad no sólo es su poca rentabilidad. A pesar de no ser restringida a los que tienen estatus de ejidatario, cada vez la realizan menos personas, generalmente los más viejos, porque "a los jóvenes no les gusta el monte" (Tabla 3). Como la extracción del látex se realiza subiendo al árbol con cuerdas y haciendo cortes transversales de machete para que escurre la resina, siempre existe el peligro de cortar el lazo accidentalmente y caer de gran altura, un riesgo que pocos están dispuestos a correr, más aún porque no existe un seguro médico adecuado. Muchos chicleros han sufrido accidentes graves al caer de los árboles, además de estar

en la selva en época de lluvias, expuestos a las intemperies y a enfermedades como el dengue, el paludismo y la leishmaniasis, bastante comunes en la región: "Yo veía como mi papá llegaba del monte, todo flaco, tanto mosco que le picaba, el frío y la lluvia, eso no me gusta, es muy pesado".

La extracción del chicle promueve de cierta manera la conservación de los recursos naturales, ya que se requiere la permanencia del macizo forestal para realizarse. Además, las nuevas formas de organización de los campamentos y el transporte por vehículo permiten que los chicleros lleven despensa y ya no sea necesario cazar, como lo hacían en el pasado (*Ibid*). Las condiciones en que los chicleros trabajan han permitido en cierta medida que esta actividad no represente gran impacto sobre los recursos, pese a que el área que ocupa actualmente abarca cerca de la mitad del ejido (37 642 ha). Al tener el índice de perturbación más bajo de todas las actividades, se puede inferir que el efecto que tiene esta actividad dentro del área forestal del ejido es muy bajo por su estacionalidad, frecuencia y duración (valor del índice 7). Sin embargo, la actividad tiene un efecto negativo indirecto debido a que varios chicleros, gracias a sus amplios conocimientos del terreno, se encuentran ligados a la cacería comercial ilegal.

Cacería. La cacería sin duda tiene repercusiones negativas sobre la fauna silvestre, ya que la actividad se practica todo el año, sin tomar en cuenta el período de reproducción o crianza, ya sea de las especies presa o de aquéllas afectadas por la presencia de humanos o perros dentro del área. La presencia humana provoca un gasto de energía innecesario cuando los animales intentan huir o evitar el contacto con la gente, lo que al final puede provocar una disminución en la tasa reproductiva (Manville, 1983; Goodrich y Berger 1994; Primm 1996) o aumentar la probabilidad de un encuentro fatal para el animal (Saberwal *et al.* 1994).

Muchas especies presa entran a las milpas a comer maíz, flor, hoja o fruta de calabaza, entre

otros. Los campesinos, al cazar estos animales –a menudo para proteger su cosecha– compiten directamente con los grandes carnívoros. Por ejemplo, dentro del ejido las especies más cazadas son el pecarí (*Pecari tajacu*) y los temazates (*Mazama americana* y *M. pandora*), todas parte importante de la dieta del jaguar (*Panthera onca*). De este modo, aunque generalmente la caza se realiza en las parcelas individuales, tiene repercusiones directas sobre las poblaciones de especies que forman parte de la dieta de los grandes carnívoros y, por ende, sobre ellos (Novack, 2003).

La cacería de subsistencia afecta de esta manera amplias extensiones de los trópicos que permanecen estructuralmente inalteradas (Redford, 1992). Sin embargo, distinguir bosques tropicales sujetos a cacería de aquéllos no sujetos, representa un problema porque esta forma difusa de extracción de recursos deja, aunque pocas, señas visibles de su ocurrencia (Peres, 2000).

La cacería de subsistencia dentro del ejido se realiza principalmente dentro de la zona agrícola por estar ligada a la milpa, mientras que la cacería furtiva abarca la zona forestal. De este modo, a pesar de no presentar un valor alto del índice de perturbación (9), casi toda la superficie del ejido (93%) se ve afectada por esta actividad. Sin embargo, al ser un ejido con antecedentes ante la PROFEPA de venta ilegal de fauna, fue difícil obtener información confiable, en particular sobre la cacería comercial que se desarrolla en la reserva de fauna y flora.

Extracción de madera. Si bien el aprovechamiento forestal ha sufrido modificaciones en la manera en que se realiza, ha tenido impactos negativos en lo que a flora y fauna se refiere. Por ejemplo, el uso de maquinaria provoca una perturbación acústica cuyo efecto no ha sido evaluado, pero es sabido de los trabajadores forestales que hacen huir a los animales por lo menos durante el tiempo del aprovechamiento. Sin embargo, el alcance de esta perturbación queda relativamente limitado espacialmente.

La apertura de caminos que facilitan la realización de las actividades forestales tiene, sin embargo, efectos mucho más extensos y durables, debido a que favorecen la caza y tala ilegales dentro del área forestal protegida. Los caminos para la explotación forestal proveen a los cazadores el rápido acceso a zonas alejadas permitiéndoles llevar instrumentos (trampas) que hacen más eficiente la cacería (Bennett, 2000); así, los cazadores que tienen vehículos cazan más fácilmente a los venados utilizando lámparas de largo alcance montadas sobre el vehículo.

Las consecuencias de la construcción de caminos para la extracción forestal se ven reflejadas en la estructura y composición del bosque, en la diversidad de mamíferos, así como en las comunidades de árboles. Malcolm y Ray (2000) encontraron que los cambios en la abundancia de mamíferos, estructura de la vegetación y diversidad de árboles estaban interrelacionados y que el tipo de camino, más que el tiempo de extracción de la madera, es la principal causa de la variación en las comunidades de roedores y parámetros de vegetación. Otras consecuencias pueden ser aún más sutiles, como el hecho de que los grandes carnívoros, que viven en la proximidad de caminos, comen menos, puesto que tienden a abandonar a su presa al detectar la presencia humana (Kerley *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

El análisis de la distribución espacio-temporal de las actividades extractivas en las selvas de Caoba muestra una división entre actividades ligadas a la milpa y las que son enteramente forestales. Las primeras, que incluyen la cacería de subsistencia y la recolecta de leña tienen, junto con la milpa, el mayor impacto sobre los ecosistemas forestales del ejido. Sin embargo, su distribución espacial ha permitido que el efecto sobre los recursos naturales sea localizado (Figura 3). El área de mayor sensibilidad dentro del ejido corresponde

únicamente a 540 ha, aunque en esta área la presión es permanente. Por otro lado, actividades típicamente forestales como la extracción de chicle y la cacería (comercial) cubren gran parte de la superficie del ejido, pero son más extensivas. En el caso del chicle, es estacional y tiene probablemente pocos impactos negativos sobre los recursos naturales; no obstante, la cacería se practica todo el año. Finalmente, aunque se realice durante la época reproductiva de los animales, la extracción de madera es limitada en tiempo y espacio. Todo esto permite suponer que los recursos naturales se conservarán para el futuro, aunque en el caso de la cacería se requiere una evaluación más detallada de los patrones espaciales y de consumo.

AGRADECIMIENTOS

Varias personas hicieron aportaciones valiosas a este proyecto en sus diferentes fases; estamos en particular muy agradecidas con Clinton Jenkins, Alfonso Argüelles, Hugo Galletti, Celso Vidal, René Förster y dos revisores anónimos. Queremos también recalcar que el proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo de la población de Caoba y de la Sociedad de Ejidos Productores Forestales del sur de Quintana Roo. El proyecto se benefició del apoyo económico de El Colegio de la Frontera Sur, a través del Programa de Apoyo a Tesis de Maestría, y de recursos fiscales a Sophie Calmé. Durante sus estudios de maestría Antalia González Abraham recibió una beca de CONACYT.

NOTA

¹ Los informantes fueron Hugo Galletti, Director Regional del Corredor Biológico Mesoamericano; Alfonso Argüelles, Director ejecutivo de Trópica Rural Latinoamericana, AC (TRL) y Celso Vidal, Director técnico de la Sociedad de Ejidos Productores Forestales del Sur del Estado de Quintana Roo.

REFERENCIAS

- Achard, F., H. D. Eva, H. J. Stibig, P. Mayaux, J. Gallego, T. Richards y J.-P. Malingreau (2002), "Determination of Deforestation Rates of the World's Humid Tropical Forests", *Science*, 297, pp. 999-1002.
- Argüelles, L. A., R. Contreras y J. Reyes (2004), *Evolución organizacional de los ejidos forestales de Quintana Roo y su relación con las políticas públicas*. Uso, Conservación y Cambio en los Bosques de Quintana Roo. Armijo N. y C. Llorens (coord.), Universidad de Quintana Roo, México.
- Barrera, A. (1993), *Chicle extraction and forest conservation in Quintana Roo*, Mexico, MSc Thesis, University of Florida, Gainesville, U.S.A.
- Bennett, E. (2000), "Timber certification: Where is the voice of the biologist?", *Conservation Biology*, 14(4), 921-923.
- Bonfil, H. (1997), *Quintana Roo entre tiempos: política, poblamiento y explotación forestal 1872-1925*, Universidad de Quintana Roo, México.
- Bray, D. B. (2004), *Manejo adaptativo, organizaciones y manejo de la propiedad común: perspectivas de los bosques comunales de Quintana Roo*, México. Uso, Conservación y Cambio en los Bosques de Quintana Roo, Armijo N. y C. Llorens (coord.), Universidad de Quintana Roo, México, pp. 56-87.
- Carr, D., L. Suter y A. Barbieri (2005), "Population Dynamics and Tropical Deforestation: State of the Debate and Conceptual Challenges", *Population & Environment* 27, pp. 89-113.
- Cortez, R. C. (1999), *Inseguridad alimentaria, pobreza y deterioro ambiental en el marco de la globalización*. Sector Agropecuario y alternativas comunitarias de seguridad alimentaria y nutrición en México, L. M. E. Cortés (coord.), Instituto de Nutrición Salvador Zubirán, CECIPROC, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

- Ellis, E.A. y C.T. Beck (2004), *Dinámica de la vegetación y uso de suelo en los bosques tropicales de la zona maya de Quintana Roo, Uso, Conservación y Cambio en los Bosques de Quintana Roo*, Armijo N. y C. Llorens (coord.), Universidad de Quintana Roo, México.
- Fimbel, R. A., A. Grajal y J. G. Robinson (2001), *Logging and Wildlife in the Tropics: Impacts and Options for Conservation*, The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests, Fimbel, R. A., J. G. Robinson y A. Grajal (eds.), Columbia University Press, New York, usa.
- Forster, R. (1994), *Hacia la sostenibilidad en el uso de los recursos forestales en Quintana Roo*, Estudio preparado para el proyecto IICA/GTZ, mimeo.
- Galletti, H. (1998), *The Maya Forest of Quintana Roo: Thirteen Years of Conservation and Development*, Timber, Tourist and Temple, Primack, R. B., D. Bray, H. Galletti e I. Ponciano, Island Press, usa.
- González-Espinoza, M., S. Ochoa-Gaona, N. Ramírez-Marcial y P. F. Quintana-Ascencio (1997), *Contexto vegetacional y florístico de la agricultura, Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural*. Tomo I, Parra Vásquez, M. R. y B. M. Díaz Hernández (eds.), ECOSUR, El Colegio de la Frontera Sur.
- Goodrich, J.M. y J. Berger, (1994), Winter recreation and hibernating black bears *Ursus americanus*, *Biological Conservation*, 67, pp. 105-110.
- Gutman, G., A. Janetos, C. Justice, E. F. Moran, J. Mustard, R. Rindfuss, D. Skole y B. L. Turner II (2004), *Land Change Science: Observing, Monitoring, and Understanding Trajectories of Change on the Earth's Surface*, Kluwer, Dordrecht, Países Bajos.
- Heltberg, R. (2000), "Property Rights and Natural Resource Management in the Developing Countries", Institute of Economics, University of Copenhagen, mimeo.
- INEGI (2001), *xii Censo General de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Kerley, L.L., J.M. Goodrich, D.G. Miquelle, E.N. Smirnov, I.G. Nikolaev, H.B. Quigley y M.G. Hornocker (2002), "Effects of roads and human disturbance on Amur tigers", *Conservation Biology*, 16, pp. 1-12.
- Kirubi, C., W. N. Wamicha y J. K. Laichena (2000), "The effects of woodfuel consumption in the ASAL areas of Kenya: the case of Marsabit forest", *African Journal of Ecology*, 38(1), pp. 47-52.
- Klepeis, P. y C. Vance (2003), "Neoliberal policy and deforestation in Southeastern Mexico: An assessment of the PROCAMPO program", *Economic Geography*, 79(3), pp. 221-240.
- Keys, E. (2004), *Jalapeño Pepper Cultivation: Emergent Commercial Land Use*, Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán. Final Frontiers. Turner, B. L., J. Geoghegan y D. R. Foster, The Clarendon Lectures in Geography and Environmental Studies, Oxford University Press, usa.
- Liu, J., Z. Ouyang, W. Taylor, R. Groop, Y. Tan y H. Zhang (1999a), "A framework for evaluating effects of human factors on wildlife habitat: the case of giant pandas". *Conservation Biology*, 13, pp. 1360-1370.
- Liu, J., Z. Ouyang, W. Taylor, R. Groop, Y. Tan y H. Zhang (1999b), "Changes in Human Population Structure: Implications for Biodiversity Conservation", *Population and Environment*, 21(1), pp. 45-58.
- Liu, J., G. C. Daily, P. R. Ehrlich y G. W. Luck (2003), "Effects of household dynamics on resource consumption and biodiversity", *Nature*, 421, pp. 530-533.
- Malcolm, J. R. y J. C. Ray (2000), "Influence of timber extraction routes on Central America small-mammal communities, forest structure and tree diversity", *Conservation Biology*, 14, pp. 1623-1638.
- Manville, A.M. II. (1983), "Human impact on the black bear in Michigan's lower peninsula", *Papers of the International Conference on Bear Research and Management*, 5, pp. 20-33.

- Martín del Campo, D. (1999), Los artistas del machete, SEDESOL, FONAES, México.
- Masera, O., D. Masera y J. Navia (1998), *Dinámica y uso de los recursos forestales de la región Purépecha*, El papel de las Pequeñas Empresas Artesanales, GIRA, Michoacán, México.
- Merino, L. (ed.; 2004), *Conservación o deterioro. El impacto de las políticas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de usos de los recursos forestales en México*, INE, Semarnat, México.
- Meyer, W. B. y B. L. Turner (1992), "Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change", *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, pp. 39-61.
- Novack, A. (2003), *Impacts of subsistence hunting on the foraging ecology of jaguar and puma in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala*, M.Sc. Thesis, University of Florida, Gainesville, Florida.
- Paré, L. (1977), *El proletariado agrícola en México, ¿Campesinos sin tierra o proletarios agrícolas?*, Siglo xxi editores, México, D.F.
- Peres, C. (2000), "Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian Forests", *Conservation Biology*, 14(1), pp. 240-253.
- Peres, C. y R. Lake (2003), "Extent of Nontimber Resources Extraction in Tropical Forest: Accessibility to Game Vertebrates by Hunters in the Amazon Basin", *Conservation Biology*, 17(2), pp. 521-535.
- Pickett, S. T. A., M. L. Cadenasso y J. M. Grove (2005), "Biocomplexity in coupled natural-human systems: A multidimensional framework", *Ecosystems*, 8, pp. 225-232.
- Porter Bolland, L., A. P. Drew y C. Vergara-Tenorio (2006), "Analysis of a natural resources management system in the Calakmul Biosphere Reserve", *Landscape and Urban Planning*, 74, pp. 223-241.
- Primm, S. (1996), "A Pragmatic Approach to Grizzly Bear Conservation", *Conservation Biology*, 10(4), pp. 1026-1035.
- Raman, S. (2001), "Effect of slash-and-burn shifting cultivation on rainforest birds in Mizoram, Northeast India", *Conservation Biology*, 15(3), pp. 685-698.
- Redford, K. H. (1992), "The empty forest", *Bioscience*, 42(6), pp. 412-422.
- Roy Chowdhury, R. y L. Schneider (2004), *Land Cover and Land Use: Classification and Change Analysis*, Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán. Final Frontiers, Turner, B. L., II, J. Geoghegan, & D. Forster (Eds.), pp. 105-141, The Clarendon Lectures in Geography and Environmental Studies, Oxford University Press, USA.
- Saberwal, V., J. Gibbs, R. Chellam y A. J. T. Johnsingh (1994), "Lion-human conflicts in the Gir forest, India", *Conservation Biology*, 8, pp. 501-507.
- Schüren, U. (2003), "Reconceptualizing the Post-peasantry: Household Strategies in Mexican Ejidos", *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, 75, pp. 47-63.
- Silva, H. P., O. H. Boscoso, G. Nascimento, F. Obermüller y F. Strelow (2005), "Biodiversity conservation and human well-being: Challenges for the populations and protected areas of the Brazilian Atlantic forest", *EcoHealth*, 2, pp. 333-342.
- Terán S. y C. Rasmussen, (1994), *La milpa de los mayas*, Danida, México.
- Turner, B. L., J. Geoghegan y D. R. Foster, (2004), *Integrated land-change science and tropical deforestation in the Southern Yucatán*, Final Frontiers, The Clarendon Lectures in Geography and Environmental Studies, Oxford University Press. USA.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (sin fecha), *Global Environment Outlook 2000*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. [<http://www.unep.org/Geo2000/english/index.htm>: 12 de mayo de 2006]

- Veríssimo, A., P. Barreto, R. Tarifa y C. Uhl (1995), "Extraction of a high-value natural resource from Amazonia: the case of mahogany", *Forest Ecology and Management*, 72, pp. 39-60.
- Vidal, C. (2002), Programa de manejo forestal persistente, para el aprovechamiento maderable en el ejido Caobas, Mpio. Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo, México.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco y J. M. Melillo (1997), "Human domination of earth's ecosystems", *Science*, 277, pp. 494-499.
- Wackernagel, M., N. B. Schulz, D. Deumling, A. Callejas Linares, M. Jenkins, V. Kapos, C. Monfreda, J. Loh, N. Myers, R. B. Norgard y J. Randers (2002), "Tracking the ecological overshoot of the human economy", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), pp. 9266-9271.
- Waggoner, P. E. y J. H. Ausubel (2002), "A framework for sustainability science: a renovated IPAT identity", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), pp. 7860-7865.